

## Verfahren zur Gewinnung von Polyhydroxyalkanoaten und deren Verwendung

**Publication number:** DE19633475

**Publication date:** 1998-02-26

**Inventor:** SEMBRITZKI THORSTEN (DE); RUNKEL DIETMAR (DE); METZNER KLAUS DR (DE); SELA MARION (DE)

**Applicant:** BUNA SOW LEUNA OLEFINVERB GMBH (DE)

**Classification:**

**- international:** C12P7/62; C12P7/62; (IPC1-7): A61K47/34; A61K49/00; C12P7/62; C08G63/06; C08G63/78; C08K5/09; C12N1/06; C12P7/62; C12R1/01; C12P7/62; C12R1/05

**- european:** C12P7/62A

**Application number:** DE19961033475 19960820

**Priority number(s):** DE19961033475 19960820

**Also published as:**



WO9807879 (A1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19633475

The process enables polyhydroxy alkanoates to be obtained in an amorphous state from the cell structures of an alkanoate accumulating microorganism. According to said process the cellular mass in aqueous phase is first subjected to mechanical forces, subsequently undergoes alkaline treatment at temperatures above 70 DEG C and lysis, and is then treated with hydrogen peroxide at temperatures of 70-95 DEG C, non-polymer cellular components being separated between the processing stages. The hydroxyalkanoate particles so obtained can be used as a polymer dispersion for surface coating, as a polymer-processing auxiliary agent or as supporting material in medicine.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 33 475 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 33 475.6  
㉑ Anmeldetag: 20. 8. 96  
㉒ Offenlegungstag: 26. 2. 98

⑥ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 12 P 7/62**  
C 12 N 1/06  
C 08 G 63/06  
C 08 G 63/78  
C 08 K 5/09  
// A61K 49/00,47/34  
(C12P 7/62,C12R  
1:01) (C12P 7/62,  
C12R 1:05)

DE 196 33 475 A 1

㉓ Anmelder:

Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH, 06258  
Schkopau, DE

㉔ Erfinder:

Sembritzki, Thorsten, 45128 Essen, DE; Runkel,  
Dietmar, 06217 Merseburg, DE; Metzner, Klaus, Dr.,  
06124 Halle, DE; Sela, Marion, 06128 Halle, DE

㉕ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 20 582 A1  
DE 41 17 861 A1  
DE 36 30 778 A1  
DE 33 19 295 A1  
WO 84 11 491 A1

LEE, In Young, et.al.: A Simple Method for Recovery  
of Microbial Poly-β-hydroxybutyrate by Alkaline  
Solution Treatment. In: Journal of Microbiology and  
Biotechnology, Vol.5, No.4, 1995, S.238-240;  
WPI.L auf Questel London: Derwent Abstract:  
Ref. 95-109543/15 zu JP 07031489 A;  
Ref. 95-109541/15 zu JP 07031487 A;  
CA auf STN: Chemical Abstract: Ref. 123:196770 zu  
JP 07177894 A2;

㉖ Verfahren zur Gewinnung von Polyhydroxyalkanoaten und deren Verwendung

㉗ Mit dem Verfahren werden aus den Zellstrukturen eines  
ein Polyhydroxyalkanoat akkumulierenden Mikroorganismus  
Polyhydroxyalkanoate in ihrem amorphen Zustand dadurch  
gewonnen, daß die Zellmasse in der wäßrigen Phase  
zunächst mechanischen Kräften ausgesetzt ist, danach einer  
alkalischen Behandlung bei Temperaturen über 70°C und  
einer Lyse unterzogen und anschließend bei 70 bis 95°C mit  
Wasserstoffperoxid behandelt wird, wobei zwischen den  
Prozeßstufen nichtpolymere Zellbestandteile abgetrennt  
werden.

Die so gewonnenen Polyhydroxyalkanoatteilchen können als  
Polymerdispersion zur Oberflächenbeschichtung, als Poly-  
mervorverarbeitungshilfsmittel oder als Trägermaterial im me-  
dizinischen Bereich verwendet werden.

DE 196 33 475 A 1

Das Verfahren findet Anwendung zur Gewinnung von Polyhydroxyalkanoaten (PHA) in Form von Polyhydroxybuttersäure, Polyhydroxyvaleriansäure oder Copolymeren dieser Polyhydroxyalkansäuren, welche in der Zellmasse von Mikroorganismen oder pflanzlicher Biomasse, die diese Polyhydroxyalkansäuren als innerzellulären Reservestoff akkumulieren, enthalten sind.

Zur Gewinnung von PHA aus der Zellmasse eines Mikroorganismus sind Lösungs- und Fällverfahren bekannt, bei denen die PHA in gelöster Form aus der Zellstruktur entfernt und von der Restbiomasse abgetrennt wird. So werden nach US 3044942 1,2-Dichlorethan im Gemisch mit Ethanol, nach EP 024810 Dichlormethan und nach US 3275610 Chloroform als Lösungsmittel für das PHA angewendet. Aus der von der Zellmasse abgetrennten PHA-haltigen Lösung wird durch geeignete Fällmittel das PHA in einer festen Form gewonnen. Nach DD 2 29 428 erfolgt das Herauslösen von Polyhydroxybuttersäure aus der Biomasse mit Essigsäureanhydrid bei erhöhten Temperaturen, hier bei 100 bis 140°C. Aus der Polymerlösung fällt die Polyhydroxybuttersäure durch Herabsetzen der Temperatur in pulverförmigem Zustand aus. Nachteilig wirkt sich dabei der Umgang mit großen Lösungsmittelmengen und der damit verbundene Recycling- bzw. Entsorgungsaufwand aus. Dies trifft insbesondere auf chlorierte Kohlenwasserstoffe als Lösungsmittel zu. Darüber hinaus sind diese Verfahren häufig mit starkem Molekulargewichtsabbau und Bildung eines kristallinen PHA-Anteils verbunden.

In der Patentanmeldung WO 95/08620 ist ein Gewinnungsverfahren für ein in einer Zellmasse enthaltenes festes Produkt dargestellt, bei welchem die Zellmasse in eine gelöste Form überführt und zusammen mit der wäßrigen Fermentationsbrühe so abgetrennt wird, daß das unlösliche Produkt, beispielsweise in der Zellmasse enthaltenes Indigo, in fester Form vorliegt. Das Lösen der Zellsubstanzen erfolgt durch Zugabe von Alkalilauge bei einer Behandlungstemperatur zwischen 40 und 100 °C. Das Gewinnungsverfahren für Zellinhaltsstoffe kann aber auch durch Lysieren der Zellsubstanzen mittels einer enzymatischen Behandlung erfolgen, insbesondere durch Einsatz von Lysozym, Proteasen, DNAsen, RNAsen oder einer Kombination dieser.

Zur Gewinnung eines Plaststoffes aus einer, einen solchen Stoff akkumulierenden, Mikroorganismenzelle, wird in der Patentanmeldung WO 94/24302 ein Verfahren dargestellt, welches mit Hilfe eines oxidierenden Mediums in Gegenwart eines Komplexbildners die Zellhüllen der Mikroorganismen auflöst. Beispielsweise wird zur Gewinnung von Polyhydroxybuttersäure ein Wasserstoffperoxid bei einer Behandlungstemperatur zwischen 60 und 180°C als oxidierendes Mittel eingesetzt. Als Vorstufe zur oxidativen Behandlung ist eine physikalische Vorbereitung des Zellmaterials möglich, insbesondere durch eine Temperaturbehandlung im Bereich zwischen 100 und 200°C.

Ein weiterer Effekt von Peroxiden, beispielsweise Wasserstoffperoxid, kommt in der Patentanmeldung WO 94/10289 für einen Prozeß zur Gewinnung von Produkten aus einer wäßrigen Zusammensetzung zur Zersetzung von Nucleinsäuren zur Anwendung, wenn die Menge an Nucleinsäure ausreicht, die Viskosität derartig zu erhöhen, daß nachfolgende Prozeßschritte beeinträchtigt werden. Die Konzentration der in Wasser gelösten Nucleinsäuren wird mit > 0,1 g/l angege-

ben, beispielsweise 0,5–20 g/l.

Hinsichtlich der genannten Aufgabenstellung ergeben sich bei diesen bekannten Verfahren unterschiedliche Nachteile. Problematisch bei den Extraktionsverfahren ist der Umgang mit großen Lösungsmittelmengen. Übliche Einsatzmengen liegen, bezogen auf die Biomasse, im Bereich von 8 : 1 bis 20 : 1. Diese Lösungsmittel müssen ordnungsgemäß entsorgt oder aufwendig aufgearbeitet werden, was erhebliche Kosten und zusätzlichen apparativen Aufwand verursacht. Lösungsmittelrückstände im Produkt, insbesondere bei Verwendung schlecht umweltverträglicher Substanzen, müssen in zusätzlichen Reinigungsschritten abgetrennt werden. Speziell bei Anwendungen im Lebensmittelbereich und bei medizinischen Applikationen sind die Anforderungen an die Produktreinheit sehr hoch.

Ein weiterer Nachteil extraktiver Verfahren ist die Bildung eines kristallinen Anteils in der Polyhydroxyalkanoatstruktur. Die in vollständig amorpher Form im Mikroorganismus vorliegenden Polymere erfahren dabei eine Veränderung einiger physikalischer Eigenschaften. Diese können negativen Einfluß auf die Filmbildung und die Vernetzbarkeit der Moleküle beispielsweise bei Dispersionsanwendungen haben. Die übrigen Verfahren wirken sehr spezifisch, d. h. sie bewirken eine Denaturierung, Lyse oder Abtrennung einiger weniger Zellkomponenten und sind in der Regel für die Herstellung eines reinen Produktes in einem Behandlungsschritt nicht ausreichend geeignet, so daß die sinnvolle Kombination verschiedener Aufarbeitungsschritte nötig ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Polyhydroxyalkanoat, insbesondere Polyhydroxybuttersäure, Polyhydroxyvaleriansäure oder ein Copolymerisat dieser mit einer Partikelgröße unter 1,5 µm aus einer wäßrigen Zellsuspension eines diese Polymere akkumulierenden Mikroorganismus zu gewinnen und diese zu verwenden. Dabei ist es erforderlich, daß die in den Zellen der Mikroorganismen in amorphem Zustand eingelagerten Granulen des Polymers in diesem Zustand möglichst unverändert erhalten bleiben und ein Anteil an kristalliner Struktur des Polymers ausgeschlossen bzw. vernachlässigbar gering gehalten wird.

Die Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen dargestellte Erfindung gelöst. Das vorliegende Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß, ohne Verwendung von PHA-Lösern, durch Kombination mechanischer, chemischer und enzymatischer Behandlungen der bakteriellen Biomassesuspension mit dazwischengeschalteter Abtrennung der herausgelösten Zellbestandteile eine Dispersion mit hohem Anteil an Polyhydroxyalkanoaten entsteht. Der erzielte PHA-Anteil richtet sich dabei nach dem PHA-Gehalt der Biomasse sowie der Anzahl der eingesetzten Aufarbeitungsschritte. In dem mehrstufigen Prozeß erfolgt zunächst die Zerstörung der Zellwände durch die Einwirkung von mechanischen Kräften auf die sich in der wäßrigen Phase befindlichen Mikroorganismenzellen. Solche mechanischen Kräfte können durch die Erzeugung von Stoß-, Reibungs-, Scher- oder Druckkräften in bekannten Vorrichtungen hervorgerufen werden. Dabei ist es auch möglich, solche Kräfte in ihrer reinen Form, wie auch in überlagerter oder alternierender Form auf das Zellmaterial einwirken zu lassen.

Die bakterielle Biomasse wird im ersten Schritt einem mechanischen Zellaufschluß, beispielsweise in einer Rührwerkskugelmühle oder einem Hochdruckhomogenisator unterzogen. Der Aufschluß dient zur Zerstörung der festen Zellhülle und Freisetzung wasserlöslicher

bzw. mit Wasser ausspülbarer Zellkomponenten. Weiterhin wird eine vergrößerte Oberfläche für den Angriff biologischer oder chemischer Substanzen geschaffen. Die Abtrennung zwischen den Behandlungsschritten erfolgt durch Separation, Zentrifugation oder über Dekanter. Dabei werden gelöste Substanzen, feine Zellbruchstücke und Verunreinigungen im Klarlauf abgetrennt, was jeweils zu einer Aufkonzentrierung der Polyhydroxyalkanoat-Granulen führt.

Im folgenden Schritt schließt sich eine alkalische Behandlung, beispielsweise durch Natronlauge, in einem pH-Bereich von 8–12 an. Diese Behandlung ist begleitet durch ein Aufheizen der Suspension auf eine Temperatur über 70°C und führt zur Hydrolyse bestimmter Zellkomponenten.

Nach Neutralisation kann eine enzymatische Reinigung vorzugsweise proteolytischen Charakters zur Lyse freigesetzter Zellbestandteile zum Einsatz kommen. Im Gegensatz zu enzymatischen Aufschlußverfahren wird hierbei ein geringerer Restgehalt an Biomaterie und damit ein reineres Produkt, hohe Lagerstabilität wie auch die Möglichkeit der Herstellung leicht resuspendierbarer Dispersionspulver, die die stabilste Lagerform darstellen, erreicht. Bewährt haben sich beispielsweise Gemische zellwandlysender Enzyme in Kombination mit reinen Proteasen. Nach Abtrennung der lysierten Zellbestandteile erfolgt eine Wasserstoffperoxidbleiche bei einer Temperatur zwischen 70°C bis 95°C mit abschließender Wäsche. Dabei kommen Mischungsverhältnisse von einem Teil Polyhydroxyalkanoatgranulen mit Zellrestbestandteilen zu 5 bis 100 Teilen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in Konzentrationen von 1 bis 33% zum Einsatz. Durch diese Behandlung erfolgt die Denaturierung von Restproteinen, das Erreichen eines optisch reinweißen Produktes sowie eine Konservierung, die die Lagerstabilität und die Anfälligkeit gegenüber Fäulnis verbessert.

Je nach Mikroorganismus und gewünschter Produktreinheit können Behandlungsstufen entfallen, dies gilt hauptsächlich für die aufwendige und teure Enzymbehandlung, die nur in Ausnahmefällen nötig ist. Für die Aufarbeitung von Polyhydroxybuttersäure hat sich die vorliegende Reihenfolge der Behandlungsschritte als optimale Behandlungsweise erwiesen. Vorwäschen mit Laugen im Sinne eines alkalischen Aufschlusses bzw. mechanische Zellzerstörung in alkalischem Medium führten zu keiner Verbesserung des Aufarbeitungsergebnisses. Werden die Aufarbeitungsschritte in anderer Reihenfolge verwendet, kann es in Abhängigkeit vom eingesetzten Mikroorganismus zu erheblichen Verschlechterungen des Ergebnisses kommen. Eine Reduzierung der Trennschritte zwischen den Behandlungen ist zur Gewinnung eines sehr reinen Produktes selten sinnvoll.

Solche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aus Zellen von Mikroorganismen gewonnene Polymerpartikel eignen sich besonders zur Herstellung von Polymerdispersionen. Dies kann direkt oder durch Resuspendierung der nach dem beschriebenen Gewinnungsverfahren in getrockneter Form vorliegenden PHA-Partikel in einem flüssigen Medium, vorzugsweise in Wasser, erfolgen. Dabei ist ein Einsatz von Dispergierhilfsmitteln, Füllbildnern, Antischaummitteln usw. möglich. Der Anteil von fester Phase zur flüssigen Phase ist abhängig vom vorgesehenen Anwendungsfall der entsprechenden Dispersion.

Diese Dispersionen eignen sich zur Herstellung von Überzügen oder Beschichtungen von Oberflächen. Insbesondere können dies Oberflächen eines Zellulosema-

terials, wie Pappe oder Papier sein, da damit neben den Sperreigenschaften eine vollständige biologische Abbaubarkeit dieser beschichteten Materialien gewährleistet wird. Außer durch Aufbringen auf Oberflächen kann dieser Effekt ebenfalls durch Einbringen der Dispersion in die Papierpulpe erfolgen.

Gleichfalls kann eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Dispersion als Hilfsmittel für die Verarbeitung von Polymeren, insbesondere bei der Verarbeitung von PVC, eingesetzt werden. Dabei wirkt sich der Gehalt an Stickstoff im Polyhydroxyalkanoat stabilisierend auf das zu bearbeitende Polymer aus. Speziell wegen der ausgesprochen guten Human- oder Veterinärverträglichkeit der Polyhydroxyalkansäuren eignen sich daraus hergestellte Dispersionen als Trägermaterial zur Einbringung von medizinischen Kontrastmitteln und Wirkstoffen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird an folgenden Beispielen näher erläutert:

Durch einen Fermentationsprozeß im batch-Verfahren werden Mikroorganismen durch eine entsprechende Wachstumsphase mit anschließend initiierteter Akkumulation zur Einlagerung von Polyhydroxybuttersäure in der Zelle kultiviert. Die erzielbare Polymerkonzentration hängt sehr stark von der Art des Mikroorganismus und den Fermentationsbedingungen ab. Für technisch relevante Prozesse wird von einem Polymeranteil größer 50% der Zelltrockenmasse ausgegangen.

### 1. Beispiel

Durch Kultivierung des Mikroorganismus *Methylobacterium rhodesianum* wurde nach Beendigung des Fermentationsprozesses ein PHB-Gehalt von 52% erzielt. Die Ausgangsbiomassekonzentration bezogen auf die Trockensubstanz betrug 50 g/l.

#### 1. Schritt:

Zellaufschluß in einem Hochdruckhomogenisator (850 bar, 2 Passagen) und Abtrennung von Zellbruchstücken über Tellerseparator (5000 g)

#### 2. Schritt:

Natronlaugebehandlung 2 h bei 85°C und pH 11

#### 3. Schritt:

Wasserstoffperoxidbleiche mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (33%) im Verhältnis 1 : 10, 2 h bei 85°C

#### 4. Schritt:

Waschen und Eindicken über Tellerseparator.

#### Dispersion:

mittl. Partikeldurchmesser: 1,34 µm

Feststoffanteil: 38 g/l

PHB-Gehalt des Feststoffes: 78%

Stickstoffgehalt: 0,7%

Der angestrebte Zielkornbereich wird deutlich erreicht. Die Angabe des Stickstoffgehaltes im Produkt spiegelt den Restbiomassegehalt wieder und dient als Maß für die Produktreinheit.

### 2. Beispiel

Gemäß Beispiel 1, aber:

#### 1. Schritt:

mechanischer Zellaufschluß in einer Rührwerkskugelmühle (2 Passagen) und Abtrennung von Zellbruchstücken über Tellerseparator (5000 g)

## 2. Schritt:

Natronlaugebehandlung 3 h bei 85°C und pH 9, Waschen über Tellerseparator

## 3. Schritt:

Wasserstoffperoxidbleiche mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (33%) im Verhältnis 1 : 10, 4 h bei 75°C

## 4. Schritt:

Waschen und Eindicken über Tellerseparator.

## Dispersion:

mittl. Partikeldurchmesser: 1,22 µm

Feststoffanteil: 39 g/l

PHB-Gehalt des Feststoffes: 82%

Stickstoffgehalt: 0,4%

## 3. Beispiel

Gemäß Beispiel 1, aber

## 1. Schritt:

mechanischer Zellaufschluß in einer Rührwerkskugelmühle (2 Passagen) und Abtrennung von Zellbruchstücken über Tellerseparator (5000 g)

## 2. Schritt:

Natronlaugebehandlung 4 h bei 85°C und pH 8, Waschen über Tellerseparator

## 3. Schritt:

Enzymbehandlung durch Streptomyces-Spezies in Verbindung mit Proteasen

## 4. Schritt:

3fach Waschen und Eindicken über Tellerseparator

## Dispersion:

mittl. Partikeldurchmesser: 1,12 µm

Feststoffanteil: 38 g/l

PHB-Gehalt des Feststoffes: 92%

Stickstoffgehalt: 0,3%

## 4. Beispiel

Im 4. Beispiel wurde die Möglichkeit der Herstellung eines Dispersionspulvers mit anschließender Resuspendierung untersucht. Dazu wurde die in Beispiel 2 hergestellte Roh-Dispersion verwendet.

Gemäß Beispiel 2, aber:

## 5. Schritt:

Sprühtrocknung der Dispersion zur Erzeugung eines Dispersionspulvers (erreichter mittl. Partikeldurchmesser 5,2 µm)

## 6. Schritt:

Resuspendierung in Wasser mittel Ultraturax

## Dispersion:

mittl. Partikeldurchmesser: 1,43 µm

Feststoffanteil: 35 g/l

PHB-Gehalt des Feststoffes: 82%

Stickstoffgehalt: 0,7%

## 5. Beispiel

Im letzten Beispiel wurde der Versuch auf Grundlage einer Biomasse mit erheblich höherem Ausgangs-PHB-Gehalt durchgeführt. Durch Kultivierung des Mikroorganismus *Alcaligenes eutrophus* wurde nach Beendigung des Fermentationsprozesses ein PHB-Gehalt von 76% erzielt. Die Ausgangsbiomassekonzentration bezogen auf die Trockensubstanz betrug 52 g/l. Im Gegensatz zu den vorherigen Beispielen wurde hier bereits die

Fermenterbrühe über Tellerseparator aufkonzentriert und auf einen Biotrockenmassegehalt von 137 g/l gebracht.

## 1. Schritt:

Zellaufschluß in einem Hochdruckhomogenisator (1000 bar, 1 Passage) und Abtrennung von Zellbruchstücken über Tellerseparator (5000 g)

## 2. Schritt:

10 Natronlaugebehandlung 2 h bei 75°C und pH 10, Waschen über Tellerseparator

## 3. Schritt:

Wasserstoffperoxidbleiche mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (33%) im Verhältnis 1 : 10, 2 h bei 80°C

## 4. Schritt:

Waschen und Eindicken

## Dispersion:

mittl. Partikeldurchmesser: 0,95 µm

20 Feststoffanteil: 42 g/l

PHB-Gehalt des Feststoffes: 95%

Stickstoffgehalt: 0,02%

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung von Polyhydroxyalkanoaten, die als Granulen im Verlauf eines Fermentationsverfahrens in den Zellen eines Mikroorganismus akkumuliert werden, aus einer in einer wäßrigen Phase enthaltenen Zellmasse durch ein- oder mehrmaligen Aufschluß der Zellen und Abtrennung von Zellbestandteilen dadurch gekennzeichnet, daß

a) in der wäßrigen Phase die Zellwände der Mikroorganismen zunächst Reibungs-, Stoß-, Scher- und/oder Druckkräften ausgesetzt werden,

b) die in der Suspension verbleibenden Teile der Zellmasse und Polyhydroxyalkanoatgranulen einer alkalischen Behandlung mit einem pH-Wert von 8—12 bei einer Temperatur über 70°C in einer Zeitdauer von 1 bis 4 h unterzogen und anschließend die wäßrige Phase neutralisiert wird,

c) die verbliebene Zellmasse einer Lyse der zerkleinerten und freigesetzten Zellbestandteile unterzogen wird,

d) die Polyhydroxyalkanoatgranulen mit Restbestandteilen der Zellmasse in Suspension in einem Verhältnis von 1 : 100 bis 1 : 5 mit Wasserstoffperoxid der Konzentration 1% bis 33% bei einer Temperatur von 70°C bis 95°C, behandelt werden und

e) die Polyhydroxyalkanoatdispersion gewaschen und

f) gegebenenfalls in an sich bekannter Weise getrocknet werden,

wobei zwischen den Prozeßstufen ein Teil oder die gesamten erzielten Zellbruchstücke und die in flüssige Phase überführten, löslichen Substanzen der Zellmasse aus der Fermenterbrühe separiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Polyhydroxyalkanoat eine Polyhydroxybuttersäure, eine Polyhydroxyvaleriansäure oder ein Copolymeres dieser ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Zellzerstö-

rung in einer Rührwerkskugelmühle erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Zellzerstörung in einem Hochdruckhomogenisator erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die alkalische Behandlung der in der wäßrigen Phase enthaltenen Zellmasse mit Natronlauge bei einer Temperatur größer 70°C erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lyse der zerkleinerten und freigesetzten Zellbestandteile durch Behandlung mit Enzymen von Streptomyces-Spezies erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die getrockneten Polyhydroxyalkanoatpartikel gegebenenfalls unter Hinzufügen von Dispergierhilfsmitteln redispersiert werden.

8. Verwendung einer nach Anspruch 1 bis 7 hergestellten Dispersion aus Polyhydroxyalkanoaten zur Herstellung von Überzügen oder Beschichtungen von Oberflächen.

9. Verwendung einer nach Anspruch 1 bis 7 hergestellten Dispersion aus Polyhydroxyalkanoaten als biologisch abbaubarer Füllstoff.

10. Verwendung einer nach Anspruch 1 bis 7 hergestellten Dispersion aus Polyhydroxyalkanoaten zum Einsatz als Verarbeitungshilfsmittel für Polymere.

11. Verwendung einer nach Anspruch 1 bis 7 hergestellten Dispersion aus Polyhydroxyalkanoaten als Trägermaterial zur Einbringung von Kontrastmitteln oder pharmazeutischen Wirkstoffen im medizinischen Bereich.

35

40

45

50

55

60

65